

VARIABLE POWER OPTICAL SYSTEM WITH VIBRATION-PROOF FUNCTION

Patent Number: JP10260356
Publication date: 1998-09-29
Inventor(s): HAMANO HIROYUKI; YOSHIDA HIROKI
Applicant(s): CANON INC
Requested Patent: ☐ JP10260356
Application Number: JP19970084429 19970318
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B15/20; G02B13/18; G02B27/64; G03B5/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the variable power optical system with a vibrationproof function which obtains a still image by optically correcting the defocusing of a photographed image when the variable power optical system vibrates.

SOLUTION: This variable power optical system has four lens groups, i.e., a 1st group L1 with positive refracting power fixed at the time of power variation and focusing, a 2nd group L2 which has a power varying function and negative refracting power, a 3rd group L3 with positive refracting power, and a 4th group L4 which has both a correcting function for an image plane varying owing to the power variation and a focusing function and also has positive refracting power in order from the object side, and the 3rd group L3 has a meniscus negative lens L3N having its concave surface on the imageplane side and one aspherical surface, and is moved at right angles to the optical axis to correct the defocusing of the photographed image when the variable power optical system vibrates.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-260356

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51) Int.Cl.⁸ 識別記号
 G 0 2 B 15/20
 13/18
 27/64
 G 0 3 B 5/00

F I
 G 0 2 B 15/20
 13/18
 27/64
 G 0 3 B 5/00

J

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-84429

(22) 出願日 平成9年(1997) 3月18日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 浜野 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 吉田 博樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

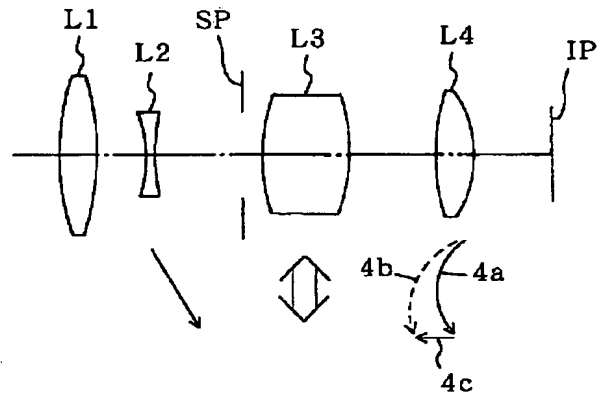
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 防振機能を有した変倍光学系

(57) 【要約】

【課題】 変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを光学的に補正して静止画像を得るようにした防振機能を有した変倍光学系を得ること。

【解決手段】 物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍機能を有する負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有した変倍光学系であって、該第3群は像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズL3Nと1つの非球面を有し、該第3群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正していること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍機能を有する負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有した変倍光学系であって、該第3群は像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズL3Nと1つの非球面を有し、該第3群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正していることを特徴とする防振機能を有した変倍光学系。

【請求項2】 前記負レンズL3Nと前記第3群の焦点距離を各々 f_{3N} 、 f_3 としたとき、

$$1. 0 < |f_{3N}/f_3| < 1.6$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項3】 前記負レンズL3N又はその像面側配置されたレンズに非球面を有するレンズが配置されていることを特徴とする請求項1又は2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項4】 前記第3群は物体側に強い凸面を有する正レンズL31、像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズL32、物体側に凸面を向けたメニスカス状の

$$3. 5 \times 10^{-3} < \frac{D_m(1-\beta_{3t})\beta_{4t}}{f_T} < 5.2 \times 10^{-2}$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1、2又は6の防振機能を有した変倍光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は防振機能を有した変倍光学系に関し、特に変倍光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させることにより、該変倍光学系が振動（傾動）したときの撮影画像のブレを光学的に補正して静止画像を得るようにし撮影画像の安定化を図った写真用カメラやビデオカメラ等に好適な防振機能を有した変倍光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】進行中の車や航空機等移動物体上から撮影をしようとするとき撮影系に振動が伝わり手振れとなり撮影画像にブレが生じる。

【0003】従来よりこのときの撮影画像のブレを防止する機能を有した防振光学系が種々と提案されている。

【0004】例えば特公昭56-21133号公報では光学装置に振動状態を検知する検知手段からの出力信号に応じて、一部の光学部材を振動による画像の振動的変位を相殺する方向に移動させることにより画像の安定化を図っている。

【0005】特開昭61-223819号公報では最も被写体側に屈折型可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該屈折型可変頂角プ

リズムの頂角を変化させて画像を偏向させて画像の安定化を図っている。

【請求項5】 前記正レンズL31又は正レンズL33のうち少なくとも1つのレンズ面を非球面より構成したことを特徴とする請求項4の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項6】 前記第3群の焦点距離を f_3 、全系の広角端の焦点距離を f_W としたとき、

$$2. 3 < f_3/f_W < 4.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項7】 前記第2群の焦点距離を f_2 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 f_W 、 f_T としたとき、

【数1】

$$0.23 < |f_2/\sqrt{f_W \cdot f_T}| < 0.35$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1、2又は6の防振機能を有した変倍光学系。

【請求項8】 前記第3レンズ群、第4レンズ群の望遠端における近軸横倍率を各々 β_{3t} 、 β_{4t} 、防振時における第3レンズ群の最大移動量を D_m とするとき

【数2】

リズムの頂角を変化させて画像を偏向させて画像の安定化を図っている。

【0006】特公昭56-34847号公報、特公昭57-7414号公報等では撮影系の一部に振動に対して空間的に固定の光学部材を配置し、この光学部材の振動に対して生ずるプリズム作用を利用することにより撮影画像を偏向させ結像面上で静止画像を得ている。

【0007】特開平1-116619号公報や特開平2-124521号公報では加速度センサー等を利用して撮影系の振動を検出し、このとき得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と直交する方向に振動させることにより静止画像を得る方法も行なわれている。

【0008】又、特開平7-128619号公報では、物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍機能を有する負の屈折力の第2群、開口絞り、正の屈折力の第3群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群の4つのレンズ群を有した変倍光学系であって、該第3群は負の屈折力の第31群と正の屈折力の第32群の2つのレンズ群より成り、該第32群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正している。

【0009】特開平7-199124号公報では、正、負、正そして正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3群全体を光軸と垂直方

向に振動させて防振を行っている。

【0010】一方、特開平5-60974号公報では、正、負、正そして正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3群を正レンズとメニスカス状の負レンズのテレフォトタイプより構成してレンズ全長の短縮化を図っている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】一般に防振光学系を撮影系の前方に配置し、該防振光学系の一部の可動レンズ群を振動させて撮影画像のブレを無くし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、且つ該可動レンズ群を移動させる為の移動機構が複雑化してくるという問題点があった。

【0012】又、可動レンズ群を振動させたときの偏心収差の発生量が多くなり光学性能が大きく低下してくるという問題点もあった。

【0013】可変頂角プリズムを利用して防振を行なう光学系では特に長焦点距離側（望遠側）において防振時に偏心倍率色収差の発生量が多くなるという問題点があった。

【0014】一方、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行なう光学系においては、防振の為に特別な光学系は要しないという利点はあるが、移動させるレンズの為に空間を必要とし、又防振時における偏心収差の発生量が多くなっていくという問題点があった。

【0015】又前述した正、負、正そして正の屈折力の4つのレンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3群全体を光軸に垂直方向に移動させて防振を行った場合、第3群をレンズ全長短縮のため正レンズとメニスカス状の負レンズのテレフォトタイプで構成したとき、偏心収差、特に偏心歪曲収差が多く発生する。これをビデオカメラ等の動画撮影を行うものに使った場合、防振時の画像の変形が目立つといった問題点があった。

【0016】本発明は、変倍光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該変倍光学系が振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、該レンズ群のレンズ構成を適切に構成することにより、装置全体的小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該レンズ群を偏心させたときの偏心発生量を少なく抑え、偏心収差を良好に補正した防振機能を有した変倍光学系の提供を目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の防振機能を有した変倍光学系は、（1-1）物体側より順に変倍及び合焦の際に固定の正の屈折力の第1群、変倍機能を有する負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして変倍により変動する像面を補正する補正機能と合焦機能の双方の機能を有する正の屈折力の第4群の4つのレンズ群

を有した変倍光学系であって、該第3群は像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズL3Nと1つの非球面を有し、該第3群を光軸と垂直方向に移動させて該変倍光学系が振動したときの撮影画像のブレを補正していることを特徴としている。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は本発明の後述する数値実施例1～3の近軸屈折力配置を示す概略図、図2～図4は本発明の数値実施例1～3の広角端のレンズ断面図である。

【0019】図中、L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群である。

【0020】本実施形態では、第3群L3を光軸と垂直方向に移動させて変倍光学系が振動（傾動）したときの撮影画像のブレを補正している。

【0021】L4は正の屈折力の第4群である。SPは開口絞りであり、第3群L3の前方に配置している。Gはフェースプレート等のガラスブロックである。IPは像面である。

【0022】本実施形態では広角端から望遠端への変倍に際して矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4群を移動させて補正している。

【0023】又、第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカス式を採用している。同図に示す第4群の実線の曲線4aと点線の曲線4bは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う際の像面変動を補正する為の移動軌跡を示している。尚、第1群と第3群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0024】本実施形態においては第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図りレンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0025】本実施形態において、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0026】本実施形態におけるズームレンズは第1群と第2群の合成系で形成した虚像を第3群と第4群で感光面上に結像するズーム方式をとっている。

【0027】本実施形態では従来の所謂4群ズームレンズにおいて第1群を繰り出してフォーカスを行う場合に比べて前述のようなリヤフォーカス方式を採用することにより第1群の偏心誤差による性能劣化を防止しつつ第1群のレンズ有効径の増大化を効果的に防止している。

【0028】そして開口絞りを第3群の直前に配置することにより可動レンズ群による収差変動を少なくし、開口絞りより前方のレンズ群の間隔を短くすることにより前玉レンズ径の縮小化を容易に達成している。

【0029】本発明の数値実施例1～3においては第3群L3を光軸と垂直方向に移動させて変倍光学系が振動したときの像ブレを補正している。これにより従来の防振光学系に比べて防振の為のレンズ群や可変頂角プリズム等の光学部材を新たに付加することなく防振を行なっている。

【0030】次に本発明に係る変倍光学系においてレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて撮影画像のブレを補正する防振系の光学的原理を図14を用いて説明する。

【0031】図14(A)に示すように光学系が固定群Y1・偏心群Y2そして固定群Y3の3つの部分から成り立っており、レンズから十分に離れた光軸上の物点Pが撮像面IPの中心に像点pとして結像しているものとする。

【0032】今、撮像面IPを含めた光学系全体が図14(B)のように手振れにより瞬間的に傾いたとすると、物点Pは像点p'にやはり瞬間的に移動し、ブレた画像となる。

【0033】一方、偏心群Y2を光軸と垂直方向に移動させると図14(C)のように、像点pはp''に移動し、その移動量・方向はパワー配置に依存し、そのレンズ群の偏心敏感度として表される。

【0034】そこで図14(B)で手振れによってズレた像点p'を偏心群Y2を適切な量だけ光軸と垂直方向に移動させることによってもとの結像位置pに戻すことで図14(D)に示すとおり、手振れ補正つまり防振を行っている。

【0035】今、光軸を θ° 補正するために必要なシフトレンズ群(偏心群)の移動量(シフト量)を Δ 、光学系全体の焦点距離をf、シフトレンズ群Y2の偏心敏感度をTSとすると、移動量 Δ は、

$$\Delta = f \cdot \tan(\theta) / TS$$

の式で与えられる。

【0036】今、シフトレンズ群の偏心敏感度TSが大きすぎると移動量 Δ は小さな値となり、防振に必要なシフトレンズ群の移動量は小さくできるが、適切に防振を行う為の制御が困難になり、補正残りが生じてしまう。

【0037】特にビデオカメラやデジタルスチルカメラではCCD等の撮像素子のイメージサイズが銀塩フィルムと比べて小さく、同一画角に対する焦点距離が短いため、同一角度を補正する為のシフトレンズ群のシフト量 Δ が小さくなる。

【0038】従って、メカ(機構)の精度が同程度だと画面上での補正残りが相対的に大きくなることになってしまう。

【0039】一方、偏心敏感度TSが小さすぎると制御

のために必要なシフトレンズ群の移動量が大きくなってしまい、シフトレンズ群を駆動する為のアクチュエーター等の駆動手段も大きくなってしまう。

【0040】本発明では各レンズ群の屈折力配置を適切な値に設定することで、第3群の偏心敏感度TSを適正な値とし、メカの制御誤差による防振の補正残りが少なく、アクチュエーター等の駆動手段の負荷も少ない光学系を達成している。

【0041】本実施形態では第3群を物体側から順に両レンズ面が凸面の正レンズL31、像面側に強い凹面を向けたメニスカス状の負レンズL32、物体側面に凸面を向けたメニスカス状の正レンズL33より構成している。

【0042】図2、図3に示す数値実施例1、2では、正レンズL31の物体側のレンズ面と正レンズL33の像面側のレンズ面を非球面形状としている。

【0043】第3群中に像面側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズを設けることにより第3群全体をテレフォト構成として、第2群と第3群の主点間隔を短縮し、レンズ全長の短縮化を達成している。

【0044】このようなメニスカス状の負レンズを設けた場合、そのレンズ面で正の歪曲収差が発生する。

【0045】今、第3群全体で正の歪曲収差を持っていたとする。防振のために第3群全体が図3(A)に示すように上方向に偏心したとする。このとき点S1に来自軸外光線が第3群を通過する高さが小さくなり、正の歪曲が減少する。逆に点S2の側へ来る光線では正の歪曲が増加する。従って、4角形の物体は像面上で図3

(B)の実線に示すような形に変形する。

【0046】逆に第3群が下方向に移動した場合、図3(B)の点線のような形に変形するため、振動が加わった場合、それに伴って画像が変形し、特に動画像では観る人に違和感を与える。この減少を低減させるには第3群全体で発生する歪曲収差を少なくしてやればよい。

【0047】数値実施例1、2ではメニスカス状の負レンズL32の像面側に正レンズL33を配置し、その像面側に非球面を設けることによってテレフォト構成を維持しつつ、第3群内で歪曲収差を補正し、第3群をシフトして防振を行う際に発生する偏心歪曲収差の発生を低減している。

【0048】また数値実施例1、2ではレンズL31の物体側のレンズ面に非球面を設けることにより、第3群で球面収差を抑制し、防振時に発生する偏心コマ収差を低減している。

【0049】図4に示す数値実施例3では、メニスカス状の負レンズL32の像面側のレンズ面に非球面を設けることによってテレフォト構成を維持しつつ、第3群内で歪曲収差を補正し、第3群をシフトして防振を行う際に発生する偏心歪曲収差の発生を低減している。またレンズL31の物体側のレンズ面に非球面を導入して、第

3群内の球面収差やコマ収差を小さくして防振時に発生する偏心コマ収差の発生を抑制している。

【0050】本発明の防振機能を有した変倍光学系は以上のような条件を満足することにより実現されるが、更にレンズ全長の短縮を図りつつ、良好な光学性能を達成

$$1.0 < |f3N/f3| < 1.6 \quad \dots\dots(1)$$

なる条件を満足することである。

【0052】条件式(1)は第3群をテレフォトタイプとして光学系全体の小型化を達成する為のものである。条件式(1)の下限値を越えて第3群中の負レンズの屈折力が強くなるとレンズ全長の短縮化には有利だが、ベッツヴァール和が負に増大してしまい像面湾曲の補正が困難になるので良くない。逆に上限値を越えてしまうとレンズ全長短縮が不十分になってしまう。

【0053】(イ-2)前記第3群の焦点距離を $f3$ 、全系の広角端の焦点距離を fW としたとき、

$$2.3 < f3/fW < 4.0 \quad \dots\dots(2)$$

なる条件を満足することである。

【0054】条件式(2)はレンズ全長の短縮化を図りつつ、防振のためのシフトレンズ群の感度を適切に設定

$$0.23 < |f2/\sqrt{fW \cdot fT}| < 0.35 \quad \dots\dots(3)$$

なる条件を満足することである。

【0057】条件式(3)の下限値を越えて第2レンズ群の屈折力が強くなりすぎるとレンズ全長の短縮化には有利だが、像面湾曲や歪曲の変倍全域にわたる変動を補正するのが困難になるので良くない。また条件式(3)の上限値を越えて第2群の屈折力が弱くなりすぎると変倍に必要な第2群の移動量が大きくなりすぎるので良くない。

$$3.5 \times 10^{-3} < \frac{Dm(1-\beta3t)\beta4t}{fT} < 5.2 \times 10^{-2} \quad \dots\dots(4)$$

なる条件を満足するようにするのが良い。

【0060】条件式(4)の下限を越えると防振の補正角が小さくなり、防振効果が小さくなってしまふ。又上限を越えると防振時に光学性能の劣化や光量変化等が目立ってしまうので良くない。

【0061】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において Ri は物体側より順に第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 Di は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 Ni と νi は各々物体側より順に第 i 番目のレ

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表わしている。又「 e^{-0X} 」は 10^{-X} を意味している。

(数値実施例1)

$$F = 1 \sim 9.75 \quad FND = 1.85 \sim 2.46 \quad 2\omega = 60.5^\circ \sim 6.8^\circ$$

$$R1 = 12.404 \quad D1 = 0.18 \quad N1 = 1.84666 \quad \nu1 = 23.8$$

$$R2 = 4.052 \quad D2 = 1.21 \quad N2 = 1.71299 \quad \nu2 = 53.8$$

$$R3 = -17.341 \quad D3 = 0.04$$

する為には、以下の条件のうち少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0051】(イ-1)前記負レンズ $L3N$ と前記第3群の焦点距離を各々 $f3N$ 、 $f3$ としたとき、

し、防振性能を良好に維持する為のものである。条件式(2)の下限値を越えて第3群の屈折力を強くすると、シフトレンズ群の感度が大きくなりすぎ、メカ精度を厳しくしないと防振時の補正残りが大きくなってしまふので良くない。逆に上限値を越えて第3群の屈折力を弱くしてしまうと、防振のために必要な第3群のシフト量が大きくなったり、レンズ全長が大きくなったりするので良くない。

【0055】(イ-3)前記第2群の焦点距離を $f2$ 、全系の広角端と望遠端の焦点距離を各々 fW 、 fT としたとき、

【0056】

【数3】

【0058】又、本発明の防振光学系において、防振のために十分な補正角を確保しつつ防振時の光学性能を維持するには前記第3レンズ群、第4レンズ群のレンズ群の望遠端における近軸横倍率を各々 $\beta3t$ 、 $\beta4t$ 、防振時における第3レンズ群の最大移動量を Dm とすると

【0059】

【数4】

ンズのガラスの屈折率とアッペ数である。

【0062】又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す。

【0063】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正としRを近軸曲率半径、A、B、C、D、Eを各々非球面係数としたとき、

【0064】

【数5】

R 4= 3.150 D 4= 0.60 N 3=1.77249 ν 3= 49.6
 R 5= 6.789 D 5=可変
 R 6= 4.605 D 6= 0.14 N 4=1.88299 ν 4= 40.8
 R 7= 1.042 D 7= 0.54
 R 8= -1.239 D 8= 0.12 N 5=1.71299 ν 5= 53.8
 R 9= 1.474 D 9= 0.44 N 6=1.84666 ν 6= 23.8
 R10= -10.154 D10=可変
 R11= 絞り D11= 0.33
 R12= 1.589非球面 D12= 0.86 N 7=1.66910 ν 7= 55.4
 R13= -20.729 D13= 0.04
 R14= 2.119 D14= 0.14 N 8=1.84666 ν 8= 23.8
 R15= 1.189 D15= 0.21
 R16= 2.082 D16= 0.40 N 9=1.58312 ν 9= 59.4
 R17= 4.282非球面 D17=可変
 R18= 2.376非球面 D18= 0.64 N10=1.58312 ν 10= 59.4
 R19= -1.744 D19= 0.12 N11=1.84666 ν 11= 23.8
 R20= -3.655 D20= 0.71
 R21= ∞ D21= 0.88 N12=1.51633 ν 12= 64.1
 R22= ∞

非球面係数

R12

K=-3.068e+00 B= 6.133e-02 C=-1.048e-02 D=-4.205e-03 E= 2.843e-03

R17

K=-5.948e+01 B= 7.172e-02 C=-5.099e-02 D= 5.965e-03 E= 0

R18

K=-4.437e+00 B= 3.052e-02 C=-6.496e-03 D= 9.474e-03 E=-1.915e-03

【0065】

【表1】

焦点距離 可変間隔	1.00	4.61	9.75
D 5	0.14	2.06	2.60
D10	2.65	0.73	0.19
D17	1.34	0.52	1.36

3群最大移動量

0.320

(数值实施例2)

F= 1~9.77 FNO= 1.85 ~ 2.57 2ω = 59.4° ~ 6.7°

R 1= 12.041 D 1= 0.17 N 1=1.80518 ν 1= 25.4
 R 2= 3.662 D 2= 1.19 N 2=1.69679 ν 2= 55.5
 R 3= -15.896 D 3= 0.04
 R 4= 2.995 D 4= 0.59 N 3=1.77249 ν 3= 49.6
 R 5= 6.384 D 5=可変
 R 6= 4.213 D 6= 0.14 N 4=1.88299 ν 4= 40.8
 R 7= 0.999 D 7= 0.52
 R 8= -1.184 D 8= 0.12 N 5=1.69679 ν 5= 55.5
 R 9= 1.425 D 9= 0.42 N 6=1.84666 ν 6= 23.8
 R10= -14.838 D10=可変
 R11= 絞り D11= 0.33
 R12= 1.485非球面 D12= 0.70 N 7=1.66910 ν 7= 55.4
 R13= -15.967 D13= 0.03
 R14= 2.006 D14= 0.14 N 8=1.84666 ν 8= 23.8
 R15= 1.169 D15= 0.24

R16= 2.449 D16= 0.35 N 9=1.58312 ν 9= 59.4
 R17= 4.140非球面 D17=可変
 R18= 2.346非球面 D18= 0.63 N10=1.58913 ν 10= 61.2
 R19= -1.584 D19= 0.12 N11=1.84666 ν 11= 23.8
 R20= -3.394 D20= 0.70
 R21= ∞ D21= 0.86 N12=1.51633 ν 12= 64.1
 R22= ∞

非球面係数

R12

K=-2.933e+00 B= 7.010e-02 C=-1.269e-02 D=-4.760e-03 E= 3.375e-03

R17

K=-4.936e+01 B= 7.490e-02 C=-3.698e-02 D= 7.116e-03 E= 0

R18

K=-4.241e+00 B= 3.389e-02 C=-9.367e-03 D= 1.652e-02 E=-5.909e-03

【0066】

【表2】

焦点距離 可変間隔	1.00	4.61	9.77
D 5	0.13	1.94	2.45
D10	2.51	0.70	0.19
D17	1.42	0.60	1.48

3群最大移動量

0.150

(数值実施例3)

F= 1~9.76 FNO= 1.85 ~ 2.44 $2\omega= 60.5^\circ \sim 6.8^\circ$

R 1= 13.534 D 1= 0.18 N 1=1.84666 ν 1= 23.8
 R 2= 4.112 D 2= 1.21 N 2=1.71299 ν 2= 53.8
 R 3= -16.831 D 3= 0.04
 R 4= 3.173 D 4= 0.60 N 3=1.77249 ν 3= 49.6
 R 5= 6.780 D 5=可変
 R 6= 4.370 D 6= 0.14 N 4=1.83480 ν 4= 42.7
 R 7= 1.013 D 7= 0.57
 R 8= -1.234 D 8= 0.12 N 5=1.69679 ν 5= 55.5
 R 9= 1.525 D 9= 0.44 N 6=1.84666 ν 6= 23.8
 R10= -11.259 D10=可変
 R11= 絞り D11= 0.33
 R12= 1.649非球面 D12= 0.76 N 7=1.67790 ν 7= 55.3
 R13= -13.084 D13= 0.04
 R14= 2.280 D14= 0.14 N 8=1.84666 ν 8= 23.8
 R15= 1.243非球面 D15= 0.18
 R16= 2.016 D16= 0.40 N 9=1.58312 ν 9= 59.4
 R17= 4.117 D17=可変
 R18= 2.391非球面 D18= 0.64 N10=1.58913 ν 10= 61.2
 R19= -1.763 D19= 0.12 N11=1.84666 ν 11= 23.8
 R20= -3.732 D20= 0.60
 R21= ∞ D21= 0.88 N12=1.51633 ν 12= 64.1
 R22= ∞

非球面係数

R12

K=-3.240e+00 B= 6.578e-02 C=-1.729e-02 D=-8.774e-04 E= 1.601e-03

R15

K= 1.204e-01 B=-2.688e-03 C= 1.003e-02 D=-2.891e-02 E= 0

R18

K=-3.069e+00 B= 2.134e-02 C=-4.778e-03 D= 1.123e-02 E=-4.209e-03

【0067】

【表3】

焦点距離 可変間隔	1.00	4.47	9.76
D 5	0.15	2.13	2.69
D10	2.74	0.75	0.19
D17	1.64	0.81	1.63

3群最大移動量

0.250

【0068】

【表4】

表-1

条 件 式	数 値 実 施 例		
	1	2	2
(1) $ f3N/f3 $	1.233	1.318	1.256
(2) $f3/fW$	2.795	2.719	2.744
(3) $ f2/\sqrt{fW \cdot fT} $	0.282	0.268	0.280
(4) $\frac{Dm(1-\beta3t)\beta4t}{fT}$	0.0353	0.0167	0.0285

【0069】

【発明の効果】本発明によれば以上のように、変倍光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向に移動させて、該変倍光学系が振動（傾動）したときの画像のブレを補正する際、該レンズ群のレンズ構成を適切に構成することにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ該レンズ群を偏心させたときの偏心発生量を少なく抑え、偏心収差を良好に補正した防振機能を有した変倍光学系を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る変倍光学系の近軸屈折力配置の概略図

【図2】 本発明の数値実施例1の広角端のレンズ断面図

【図3】 本発明の数値実施例2の広角端のレンズ断面図

【図4】 本発明の数値実施例3の広角端のレンズ断面図

【図5】 本発明の数値実施例1の広角端の諸収差図

【図6】 本発明の数値実施例1の望遠端の諸収差図

【図7】 本発明の数値実施例1の望遠端の諸収差図

【図8】 本発明の数値実施例2の広角端の諸収差図

【図9】 本発明の数値実施例2の望遠端の諸収差図

【図10】 本発明の数値実施例2の望遠端の諸収差図

【図11】 本発明の数値実施例3の広角端の諸収差図

【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端の諸収差図

【図13】 本発明の数値実施例3の望遠端の諸収差図

【図14】 本発明に係る防振系の光学的原理の説明図

【符号の説明】

L1 第1群

L2 第2群

L3 第3群

L4 第4群

SP 絞り

IP 像面

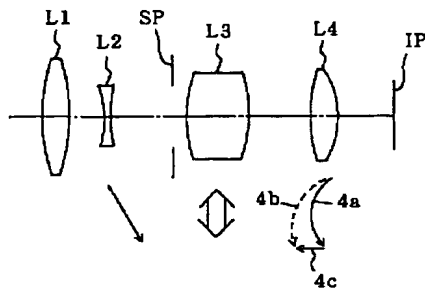
d d線

g g線

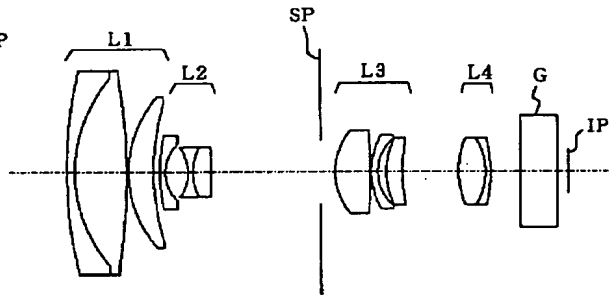
ΔM メリディオナル像面

ΔS サジタル像面

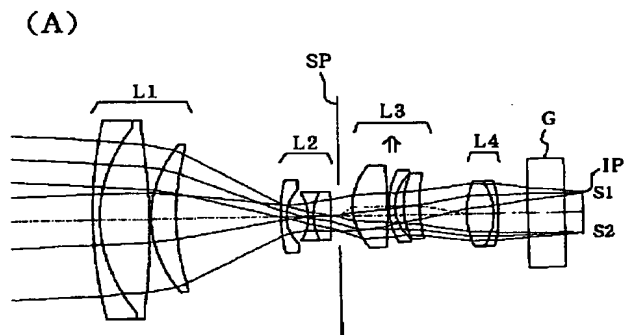
【図1】



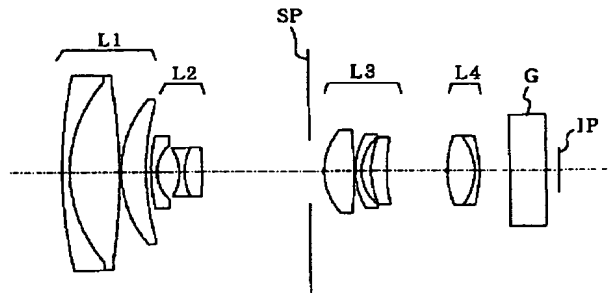
【図2】



【図3】



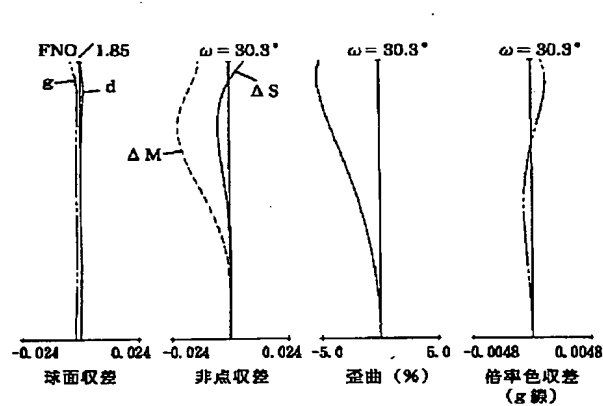
【図4】



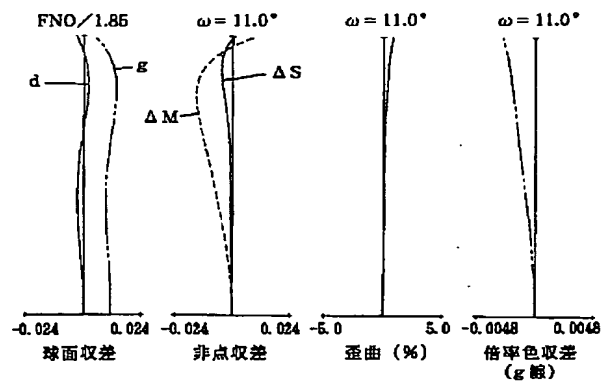
(B)



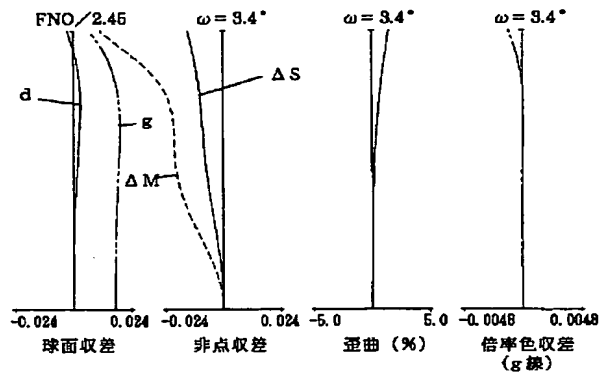
【図5】



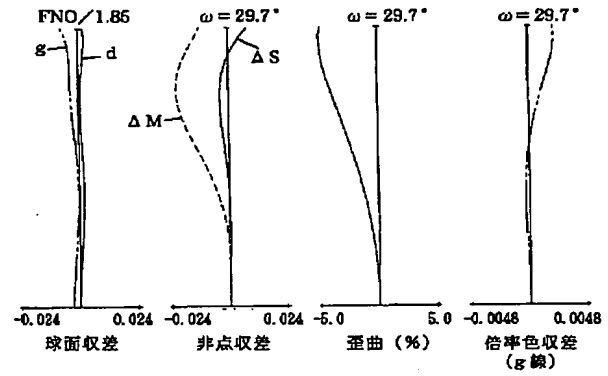
【図6】



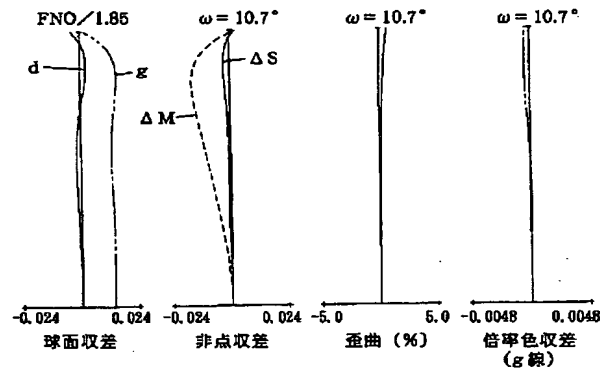
【図7】



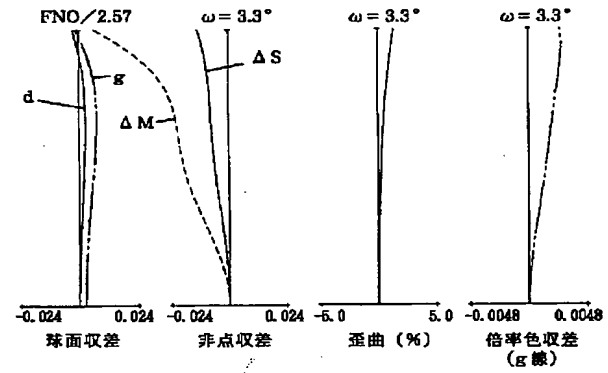
【図8】



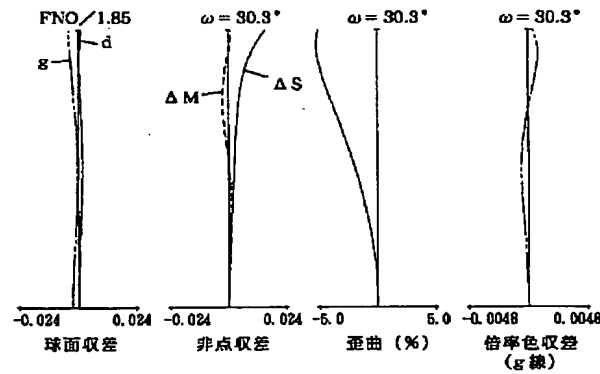
【図9】



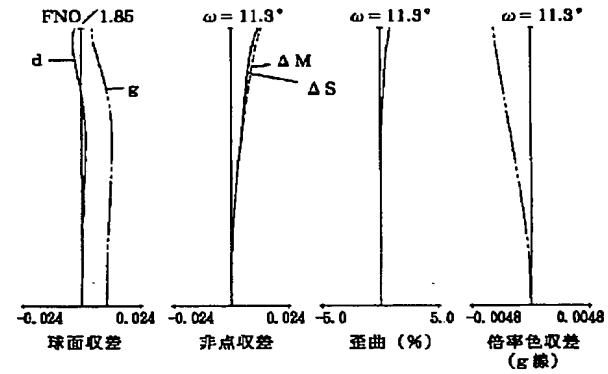
【図10】



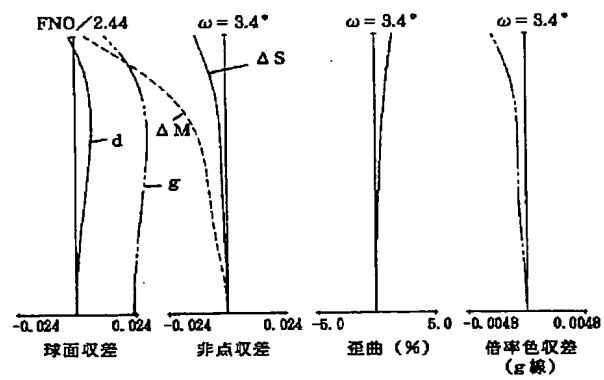
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

